



III-151 – GESTÃO DA QUALIDADE NA RECICLAGEM DE PET PARA TRANSFORMAÇÃO EM COBERTURA ECOLÓGICA EM INDÚSTRIA NA CIDADE DE MANAUS (AM)

Edsandra Magalhães Ferreira⁽¹⁾

Engenheira Civil pela Universidade Nilton Lins, Mestranda em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM).

João Bosco Ladislau de Andrade⁽²⁾

Licenciado em Ciências e Engenheiro Civil pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Mestre em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Doutor em Hidráulica e Saneamento pela EESC/USP. Professor Adjunto no Departamento de Hidráulica e Saneamento – DHS/UFAM. Instrutor de cursos da ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária.

Endereço⁽¹⁾: Rua Desembargador Luis F. Cabral, 150, Conjunto Beija-Flor II, 4ª Etapa, Bloco A, Apto 301 - Flores – Manaus – Amazonas - CEP: 69028-321 - Brasil - Tel: (92) 3645-2228 - e-mail: edsandrac@yahoo.com.br

RESUMO

A atividade humana, como se sabe, gera impactos ambientais que repercutem nos meios físicos, biológicos e socioeconômicos, afetando sobretudo os recursos naturais. Esses impactos se fazem sentir especialmente nas águas, ar e solo e, também, na própria atividade humana. Por outro lado, percebe-se igualmente que, por mais avançada que a tecnologia possa ser, ainda não se conseguiu produzir nada que se consome no planeta sem utilizar-se dos recursos naturais. Tais recursos, como por exemplo os derivados de petróleo, que não são renováveis, constituem matéria-prima, dentre outros, na produção de plásticos. Estes, por sua vez, são tidos como grandes poluidores identificados no meio ambiente, necessitados, portanto, de formas modernas de gerenciamento entre as quais encontra-se a reciclagem. O setor da construção civil tem se revelado um dos que contemplam esta interessante proposta do conceito dos 3Rs, prova é que tem buscado encontrar formas de melhoria no emprego de novos materiais nos sistemas construtivos. Assim sendo, a gestão da qualidade na reciclagem põe-se em evidência na confecção de tais materiais, sendo esta a delimitação do assunto no presente artigo, considerando que o mesmo trata da utilização de materiais de cobertura, produzidos a partir de resíduos sólidos de Polietileno Tereftalato – PET em indústria na cidade de Manaus. Também é propósito do artigo responder à seguinte questão problematizadora: as telhas ecológicas de PET produzidas em uma pequena empresa de reciclagem podem competir com outras empresas em porte e em qualidade de seus produtos? Para responder a tal indagação o objetivo da pesquisa apresenta-se como sendo desenvolver modelo de gestão da qualidade partindo da identificação de melhorias na reciclagem de plásticos do tipo PET na produção de telhas plásticas visando a qualidade do material a ser empregado na construção civil. Metodologicamente, para tanto, fez-se uso do método PDCA (*Plan, Do, Check, Act*), de melhoria contínua, como princípio de gestão da qualidade ISO 9001, trabalhando em duas etapas distintas. Como principal resultado, apresenta-se fluxograma que permite comparação entre a realidade atual e a que poderá existir a partir das melhorias apontadas. Em conclusão notam-se as possibilidades de melhoria na qualidade do produto originado (telhas ecológicas) com significativa agregação de valor ao mesmo.

PALAVRAS-CHAVE: Gerenciamento de resíduos sólidos, Gestão da qualidade na reciclagem, Reciclagem de PET na construção civil.

INTRODUÇÃO

O homem, desde os primórdios, gera resíduos com a utilização, transformação e modificação dos recursos naturais. A preocupação com a preservação, a partir de determinado tempo, surgiu do entendimento de que esses recursos não são renováveis, desta forma a história dos resíduos confunde-se com a história do próprio homem. Para o enfrentamento de tal ordem de preocupação, põe-se em evidência como importante ferramenta gerencial a reciclagem.

A primeira e a mais visível das contribuições ambientais da reciclagem é a preservação destes tais recursos, muitas vezes substituídos com sucesso por resíduos aproveitáveis. Desta forma, prolongando a vida útil das reservas naturais e reduzindo a destruição da paisagem, da flora e da fauna, entre outros. A redução do volume



de resíduos dispostos em aterros controlados e sanitários, bem como a redução da incineração e do consumo energético, são outras importantes e racionais consequências. Ademais, muitas vezes, ela, a reciclagem, permite também a redução da poluição emitida na fabricação de um mesmo produto, além da geração de empregos e do aumento a competitividade econômica (JOHN, 2000).

No caso da cidade de Manaus, os benefícios decorrentes da reciclagem, particularmente dos resíduos do plástico Polietileno Tereftalato – PET, são corriqueiramente mencionados pela alta direção da única empresa recicladora deste polímero e até o momento existente em nível local. Tal empresa, a título de informação, recebe cerca de 60 t/mês de material PET em suas diversas variações e os transforma em telhas plásticas (cobertura ecológica) aplicadas na construção civil.

Segundo Souza & Tamaki (2004), o setor da construção civil passou por grandes transformações nos últimos anos. Uma das razões que levaram o setor a promover mudanças na sua concepção global veio, sobretudo, da necessidade do mesmo melhorar sua imagem no país. Tais autores ainda descrevem que a história do desenvolvimento da qualidade no setor da construção brasileira pode ser resumida da seguinte forma:

Na década de 1990, a imagem da construção civil no Brasil era a de um ramo de atividade pouco desenvolvido que empregava mão-de-obra pouco qualificada, praticamente não fazia uso de mecanização e automação e mantinha um índice de desperdício elevado, fatores que geravam produtos de má qualidade e com altos custos de manutenção ao longo da vida útil dos empreendimentos. O desempenho e a qualidade insatisfatória das obras muitas vezes levaram ao comprometimento da durabilidade das edificações, provocando a insatisfação dos clientes e dos consumidores finais (SOUZA & TAMAKI, 2004, p. 7)

Com a sensibilização do setor da construção civil brasileira, este tem buscado encontrar formas de melhoria para esse quadro, inclusive empregando novos materiais nos sistemas construtivos. Assim sendo, o uso de materiais reciclados a partir do aproveitamento de resíduos acabam por competir com os materiais feitos de matéria-prima virgem. Tais produtos, contudo, são inseridos desde que estejam em um patamar de qualidade aceitável no âmbito das empresas de construção que estão preocupadas com investimentos em novas tecnologias construtivas e em programas de gestão da qualidade total – promovidos em grande parte por entidades setoriais, como os Sindicatos Patronais da Indústria da Construção - , além da busca pela qualificação evolutiva, de acordo com as diretrizes do PBQP-H (Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do *Habitat*), em nível nacional, e pela certificação ISO (*International Organization for Standardization*) 9000, como reconhecimento internacional.

Neste contexto o trabalho proposto tem por **objetivo geral apresentar propostas de melhorias que assegurem a gestão da qualidade no processo de reciclagem de PET para a produção de telhas plásticas em indústria sob estudo localizada na cidade de Manaus (AM).**

A PROBLEMÁTICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS, ASPECTOS MORFOLÓGICOS DO PET, A QUALIDADE EM PEQUENA EMPRESA NA CONSTRUÇÃO CIVIL E O CICLO PDCA

A problemática dos resíduos sólidos está diretamente ligada à explosão populacional e de consumo sempre crescente, que por sua vez está associada à falta de incentivos à coleta seletiva, a redução, a reutilização e a reciclagem, assim como também à escassez de área para disposição dos resíduos sólidos, propiciando o aumento descontrolado destes rejeitos presentes no meio ambiente. Desse modo, o encargo de gerenciar o lixo tornou-se uma tarefa que demanda ações diferenciadas e articuladas, as quais devem ser incluídas entre as prioridades de todas as municipalidades (CEMPRE, 2002).

A adequada destinação dos resíduos sólidos é um dos grandes desafios da humanidade. E, no caso do Brasil, o desafio é ainda maior, pois poucos são os casos de destinação correta dos resíduos sólidos, estimando-se que cerca de 64% dos 5.561 municípios brasileiros depositem os seus resíduos urbanos em lixões a céu aberto (DIAS & MORAIS FILHO, 2006).

Conforme Agenda 21, o manejo ambientalmente saudável desses resíduos deve ir além do simples depósito ou aproveitamento por métodos seguros dos resíduos gerados e buscar resolver a causa fundamental do problema,



procurando mudar os padrões não sustentáveis de produção e consumo. Nesse contexto, a reciclagem, a cada dia que passa, torna-se uma das atividades mais importantes de proteção ambiental, atribuindo valores econômicos e de desenvolvimento tecnológico (CANDIAN, 2007).

Em 2007 o Brasil produziu mais de 5,3 milhões de toneladas de resinas termoplásticas, com volume 6,4% superior ao registrado em 2006; o consumo *per capita* de resinas subiu para 26,09 kg em 2007, o que representa aumento de 6,9% em relação ao ano anterior (CEMPRE, 2008). Seu consumo abrange a construção civil, a agricultura, a fabricação de calçados, os móveis, os alimentos, o têxtil, o lazer, as telecomunicações, os eletroeletrônicos, os automobilísticos, os materiais de uso médico-hospitalar, os energéticos, dentre outros. O contexto brasileiro mostra potenciais características de viabilidade socioeconômica e empresarial para a reciclagem de embalagens plásticas, sobretudo de Polietileno Tereftalato – PET, exigindo, todavia, maior conjunção de ações governamentais, empresariais e pesquisas do setor.

O PET é uma macromolécula linear que pode ser produzida no estado amorfo ou cristalino (PIVA & WIEBECK, 2004). Sua morfologia depende das condições de processamento, ou seja, como é conduzido o resfriamento da resina fundida. Quando ocorre o rápido resfriamento da resina PET ele é considerado amorfo, constituindo um sólido transparente com baixas propriedades físicas, como baixa barreira a gases; e mecânicas, como baixa resistência mecânica e baixo módulo de elasticidade. Quando ocorre um resfriamento lento do PET, resulta em um sólido branco, opaco, frágil, com maior resistência térmica e mecânica.

Segundo Awaja & Pavel (2005), o PET virgem é considerado como um dos mais importantes polímeros de engenharia nas duas últimas décadas devido ao rápido crescimento na sua utilização. É considerado um excelente material para muitas aplicações e é amplamente utilizado como recipientes (garrafas) que comportam líquidos. Para os autores, possui excelente resistência à tração e impacto, resistência química, clareza, processabilidade, cor e razoável capacidade de estabilidade térmica. Conta com outras propriedades como aparência nobre (brilho e transparência), parcialmente cristalino e orientado (translúcido), barreira a gases, entre outras (MANO *apud* MARANGON, 2004).

Quando tratamos das propriedades de um material transformado, segundo muitos pesquisadores, estas dependem de uma reciclagem bem sucedida. Para que isto ocorra, os flocos de PET deverão satisfazer determinados requisitos mínimos. A reciclabilidade em polímeros é possível somente nos termoplásticos. Os plásticos mais utilizados para reciclagem são os consumidos em grande quantidade, como o PE e o PET. Se não fosse isso seria economicamente inviável comparado a outros materiais como aço, alumínio etc. Esta propriedade torna-se importante pelo seu grande potencial ecológico, pois mediante a reciclagem uma série de benefícios são levados em consideração.

A construção civil é um setor, no contexto nacional, de significativa influência por contribuir com benefícios ao desenvolvimento da sociedade. A construção e o crescimento de uma civilização andam juntos, aliados ao bem estar e à qualidade de vida do homem. A indústria da construção, no caso nacional, é responsável por 15,5% do Produto Interno Bruto – PIB brasileiro e, considerando seus efeitos indiretos e indutores na cadeia produtiva, esse valor chega a 19,8% do PIB, o que corresponde a cerca de um quinto da riqueza gerada no país. Deste montante, a construção de edifícios e obras é responsável pela parcela mais significativa, aproximadamente 60% da riqueza gerada. Dada sua importância para o crescimento da sociedade, a construção civil têm apresentado mudanças contínuas e progressivas, em direção a um patamar mais alto de evolução na gestão empresarial (MELHADO *apud* ANDRADE, 2003). São centenas as empresas construtoras que já estão certificadas pela ISO 9000, QUALIHAB e PBQP-H ou estão em processo de implantação de seus sistemas de gestão da qualidade e caminhando em direção à certificação.

A ISO 9001:2000, segundo Pessoa *et al* (2007), um dos mais difundidos modelos de sistema de gestão de qualidade, têm sido usada por muitas empresas em todo o mundo como base para certificação. A adoção desta norma dá-se por ser esta um sistema de gestão da qualidade voltado para conquistar e conservar clientes e, também, porque se faz necessário que clientes e fornecedores, em nível mundial, usem o mesmo vocabulário no que diz respeito a sistema de qualidade (PESSOA *et al*, 2007).

Segundo Rampasso (2006), o universo empresarial brasileiro é composto por pequenas e médias empresas, que são de grande relevância no que se refere ao desenvolvimento do país. As pequenas empresas são, hoje, segmento importante de inclusão social e econômica, oferecendo acesso às oportunidades de emprego e desenvolvimento econômico do país, pois:



Geram maior número de empregos diretos e um grande número de empregos indiretos, por comprarem seus insumos no mercado nacional. Seus sistemas produtivos produzem menos prejuízos ao meio ambiente, reduzem o fluxo migratório e os empresários são nacionais, os quais sobrevivem e crescem com quase nenhum incentivo do governo e pouquíssimo financiamento de entidades como o BNDES. [...] a falta de financiamento é um dos grandes obstáculos do não fortalecimento dos pequenos negócios. É uma situação considerada de descaso, pois um dos motivos é a falta de dados que os bancos têm sobre as pequenas empresas. Os produtos oferecidos pelos bancos não são direcionados para pequenas empresas, já que, por tradição não lidam com clientes desse porte (SEBRAE *apud* RAMPASSO, 2006).

A melhoria contínua é, atualmente, um dos pontos principais dos sistemas de gestão da qualidade nas empresas (ANDRADE, 2003). Por sua vez Moura *apud* Andrade (2003) cita a melhoria contínua como a busca de melhores resultados e níveis de performance dos processos, produtos e atividades da empresa. Além disto, Juran *apud* Andrade (2003) especifica que melhoria significa a criação organizada de mudanças benéficas, obtendo níveis inéditos de desempenho.

O ciclo da qualidade ou ciclo PDCA é um instrumento básico de controle gerencial que combina ação e aprendizagem, exigindo agir de acordo com o pensamento e pensar de acordo com as ações (LUCKE, 2003). Segundo Werkema (1995), é um método de gestão representando um caminho a ser seguido para que as metas estabelecidas possam ser atingidas.

Em face do conhecimento dos valores agregados às empresas de uma forma geral, o uso da ISO 9001:2000, cuja abordagem de processo é baseada no método de melhorias PDCA, faz importante o trabalho que identifique e sugira melhorias nos processos identificados como fundamentais à Pequena Empresa que esteja sob pesquisa.

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo é desenvolvido em uma pequena empresa que recicla garrafas de plástico PET e as transforma em telhas plásticas por processo de injeção. Tal empresa atua há 10 anos no mercado da cidade de Manaus, onde concorre em porte e qualidade de seus produtos com outras empresas do setor.

Neste trabalho levou-se em consideração algumas características intrínsecas que a empresa possui. Entre estas, citam-se: (1) é pequena empresa com características específicas; (2) recicla resíduo polimérico transformando-o em material de construção; (3) a durabilidade do material reciclado frente aos confeccionados com matéria-prima virgem, isto mesmo a despeito de ser uma telha exposta à radiação ultravioleta, bem como sujeitas a oxidação, ao efeito da temperatura e a ação de microrganismos que, como se percebe, ocasionam a degradação do material.

Para atingir o objetivo deste trabalho foi elaborado um modelo de gestão da qualidade baseado na norma **ISO 9001:2000 SISTEMAS DE GESTÃO DA QUALIDADE – REQUISITOS**, que trata da satisfação dos clientes de acordo com os requisitos por eles estabelecidos. Tais clientes (construtoras, lojas de materiais de construção, engenheiros civis, clientes em geral) exigem um produto com qualidade e durabilidade (tempo de garantia) satisfatórios.

Com base no objetivo proposto, a pesquisa divide-se nas seguintes etapas distintas:

1. **Primeira etapa:** foi desenvolvida em caráter exploratório e descritivo. No primeiro caso, para justificativa do uso deste tipo de pesquisa exploratória, está a necessidade de se fazer uso de levantamentos bibliográficos, entrevistas com pessoas que tinham conhecimento ou experiência acerca do assunto e seriam úteis às análises dos exemplos de aplicações desta metodologia em outras empresas para melhor compreensão do tema. No segundo caso, que corresponde a pesquisa descritiva, foram usados materiais e técnicas de coleta de dados, do tipo questionário e observação do sistema como um todo;
2. **Segunda etapa:** conforme características intrínsecas relevantes deste tipo de empresa, foram selecionados, a partir da norma ISO 9001, os pontos de maior impacto para a Pequena Empresa



relacionados com a realização do produto e sua efetiva aplicação em concordância com o método PDCA, visando a análise das modificações organizacionais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados identificam que na reciclagem realizada na empresa sob estudo existem lacunas desde o recebimento da matéria-prima (figura 1) até seu efetivo processamento. Dentre as principais lacunas identificadas temos: (i) inexistência de documentos e registro da qualidade para controle dos processos nas principais etapas dos mesmos; (ii) inexistência de recursos humanos com competência para funções específicas; (iii) inexistência de instruções necessárias para padronizar os processos de trabalho; (iv) inexistência de um sistema adequado de manutenção; (v) inexistência de atividades de medição e monitoramento nas fases do processo; (vi) inexistência de ensaios para controle da matéria-prima, entre outras.

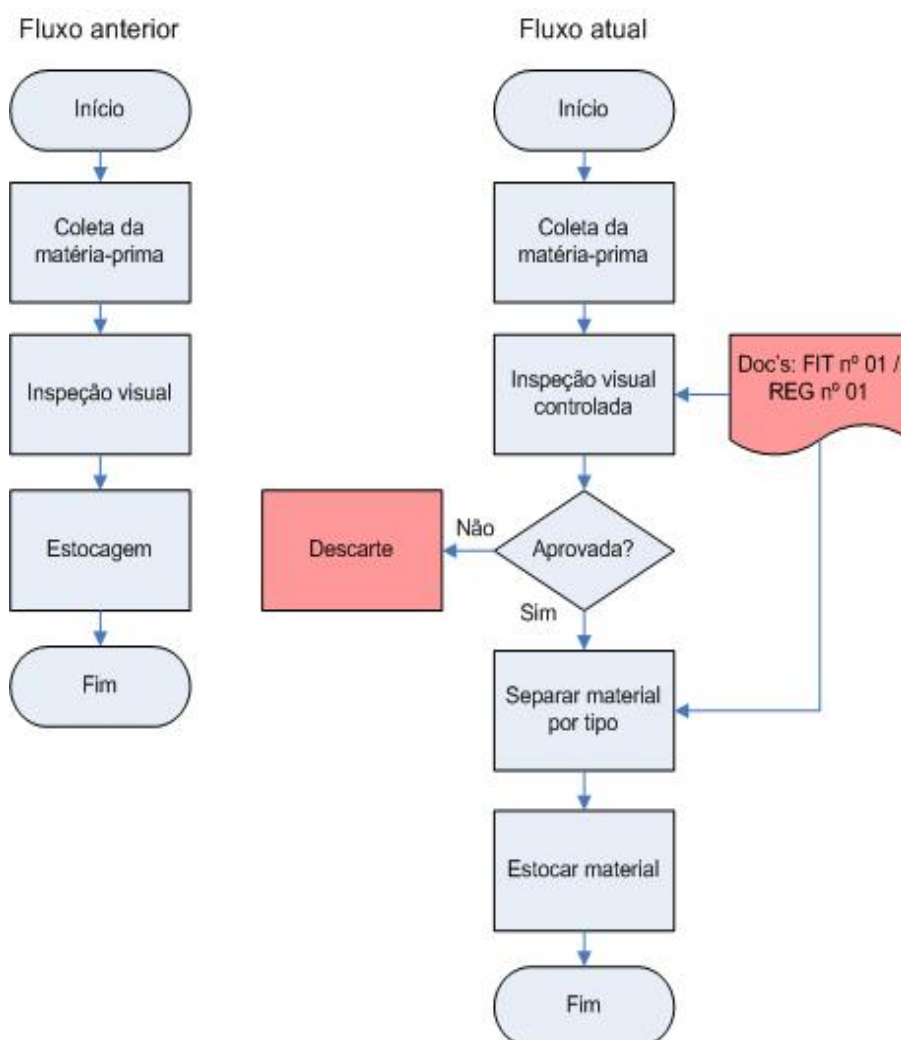


Figura 1: Fluxo do processo anterior e fluxo do processo atual.

A análise dos resultados convergem para a necessidade de apresentar 1 modelo de gestão da qualidade com foco no processamento do produto, objetivando a melhoria para o produto ecológico confeccionado a partir do PET.



CONCLUSÕES

Os melhoramentos provenientes dos sistemas de gestão da qualidade, conclui a pesquisa, não se restringem somente às empresas construtoras da cidade de Manaus. Todos os agentes da cadeia produtiva da construção – incorporadoras, projetistas, instituições financeiras, órgãos contratantes de projetos e obras, laboratórios de controle tecnológico, fornecedores de mão-de-obra e fabricantes de materiais – procuram se adequar a essa nova realidade do mercado da construção, ressaltando-se entre eles os segmentos que englobam os fabricantes de materiais de construção, que foram os mais afetados pelas transformações do setor.

Outra principal conclusão da pesquisa é que seus resultados refletem-se na melhoria da qualidade de vida dos moradores da cidade de Manaus e a na diminuição dos impactos causados pelo lixo no meio ambiente. Em uma região rica em recursos naturais, a preservação ambiental depende também de trabalhos como os desenvolvidos pela empresa recicladora estudada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANDRADE, F. F. O método de melhorias PDCA. 2003. 169f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
2. AWAJA, F.; PAVEL, D. *Recycling of PET*. European Polymer Journal, Europa, 16 março 2005. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/>>. Acesso em: 20 junho 2008.
3. CANDIAN, L. M. Estudo do polietileno de alta densidade reciclado para uso em elementos estruturais. 2007. 167f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.
4. CEMPRE - COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM, INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS, PROGRAMA BIO CONSCIÊNCIA. Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado. 2 ed. cor. Brasília, 2002. 392 p.
5. CEMPRE - COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM. Pesquisa Ciclosoft 2008. Disponível em: <http://www.cempre.org.br/ciclosoft_2008.php>. Acesso em: 22 dezembro 2008.
6. DIAS, J. A.; MORAES FILHO, A. M. de. Os resíduos sólidos e a responsabilidade ambiental pós-consumo. Disponível em: <<http://www.prsp.mpf.gov.br/marilia>>. Acesso: 20 maio 2007.
7. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. NBR ISO 9001: sistemas de gestão da qualidade – requisitos. ABNT, 2000. 26 p.
8. JOHN, V. M. Reciclagem de resíduos na construção civil: contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento. São Paulo, 2000. 113p. Tese (Livre Docência) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
9. LUCKE, S. A. Recomendações para um sistema de qualidade para um empresa ambiental. 2003. 290f. Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo.
10. MARANGON, E. Aspectos do comportamento e da degradação de matrizes de concreto de cimento Portland reforçados com fibras provenientes da reciclagem de garrafa PET. 2004. 74f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí.
11. PESSOA, G.A, et al. Análise dos resultados da certificação de um sistema de gestão da qualidade na ISO 9001:2000:Um estudo de caso no Engarrafamento São Braz. Disponível em: <<http://artigocientifico.uol.com.br>>. Acesso: 20 maio 2007.
12. PIVA, A. M.; WIEBECK, H. Reciclagem do Plástico: como fazer da reciclagem um negócio lucrativo. São Paulo: Artliber Editora, 2004. 112 p.
13. RAMPASSO, C. A. Diagnóstico e Proposição da Implantação de um Sistema de Gestão da Qualidade em uma Pequena Empresa. 2006. 81f. Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia de Mecânica/Gestão da Qualidade Total) – Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo.
14. SOUZA, R.; TAMAKI, M. R. Gestão de materiais de construção. 1. ed. São Paulo: O Nome da Rosa, 2004. 135 p.
15. WERKEMA, M. C. C. As ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos. 3. ed. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1995. 128 p.